ITERジャイロトロンの製作

仕　様　書

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核融合研究開発部門　ITERプロジェクト部
RF加熱開発グループ

目　次

１．一般仕様

１．１　　件名　……………………………………………………………6

１．２　　目的　……………………………………………………………6

１．３　　契約範囲　………………………………………………………6

１．３．１　　契約範囲内　………………………………………………6

１．３．２　　契約範囲外　………………………………………………6

１．４　　納期　　…………………………………………………………7

１．５　　納入場所及び納入条件　………………………………………7

１．６　　検収条件　………………………………………………………7

１．７　　かし担保責任　…………………………………………………7

１．８　　提出図書　………………………………………………………8

１．９　　支給品　…………………………………………………………１１

１．10　　貸与品　…………………………………………………………１１

１．11　　品質保証　………………………………………………………１１

１．12　　打合せ、ホールドポイント、立会い、監査　…………………１３

１．12．１　　打合せ　……………………………………………………１３

１．12．２　　ホールドポイント、承認ポイント及び通知ポイント　……１４

１．12．３　　立合い　……………………………………………………１４

１．12．４　　監査　………………………………………………………１５

１．13　　機密保持　………………………………………………………１５

１．14　　安全管理　………………………………………………………１５

１．15　特記事項 ･･･１６

１．16　知的財産権及び作業内容・成果の取扱い ･････････････････････････････１６

１．16．１　知的財産権の取扱い ･･･１６

１．16．２　技術情報の開示制限 ･･･１６

１．16．３　成果の公開 ･･･１６

１．17　免税輸入 ･･･１６

１．18　グリーン購入法の推進 ･･･１７

１．19　協議 ･･･１７

２．技術仕様

２．１　各部仕様 ･･･１８

２．１．１　電子銃部の製作及び組立 ･････････････････････････････････････１８

２．１．２　ボディ部の製作及び組立 ･････････････････････････････････････２０

２．１．３　ＤＣブレーク部の組立 ･･･････････････････････････････････････２２

２．１．４　窓取付け部の組立 ･･･２２

２．１．５　コレクター部の製作 ･･･２３

２．１．６　ジャイロトロンの組立 ･･･････････････････････････････････････２４

２．１．７　排気・高温熱処理（ベーキング） ･････････････････････････････２４

２．１．８　外装品の取り付け ･･･２４

２．２　インターフェース仕様 ･･･２４

２．２．１　出力窓 ･･･２４

２．２．２　副窓 ･･･２４

２．２．３　ビューイングポート ･･･２４

２．２．４　　イオンポンプ給電 ･･２５

２．２．５　　冷却水 ･･２５

２．２．６　　計測信号線 ･･２５

２．３　　付属品 ･･２６

２．３．１　　ボディジャケット ･･２６

２．３．２　　サポートフランジ ･･２６

２．３．３　　ジャイロトロン輸送治具 ････････････････････････････････････２６

２．３．４　　イオンポンプ給電ケーブル ･･････････････････････････････････２６

２．４　　試験・検査 ･･２７

２．４．１　　溶接工程試験 ･･２７

２．４．２　　工場試験 ･･２７

２．４．３　　受入試験 ･･２８

２．５　　打ち合わせ議事録 ･･２８

２．６　　進捗報告 ･･２８

２．７　　調達作業の遂行と作業許可及び通知 ･･････････････････････････････２８

２．８　　設計変更要求 ･･２９

２．９　　不適合事項の報告 ･･２９

２．10　　添付書類 ･･２９

添付資料

別添図−１　ジャイロトロン外観写真(例)

別添図−２　カソード概略図

別添図−３　カソード部底面概略断面図及びヒーター配線図

別添図−４　アノード電極概略断面図

別添図−５ ボディ電極概略断面図

別添図−６ Ｂ－Ａ間セラミック参考図

別添図−７ 電子銃組み立て図

別添図−８ ボディ部構成図(断面図)

別添図−９ ビームトンネル参考図

別添図−１０ 空胴共振器参考図

別添図−１１ モード変換器内面形状参考展開図

別添図−１２ モード変換器参考写真

別添図−１３ ４枚ミラー配置参考図

別添図−１４ ＤＣブレークセラミック参考図

別添図−１５ 窓取り付け部参考図

別添図−１６ 最終段ミラー参考図

別添図−１７ コレクター部参考図

別添図−１８ ボディジャケット参考写真

別紙－１　イーター調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項

別紙－２　 イーター実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項

別紙－３　 イーター調達に係る貨物の免税輸入について

１．一般仕様

1.1　件名

ITERジャイロトロンの製作

1.2　目的

国際熱核融合実験炉(以下「ITER」という。) では、電子サイクロトロン加熱・電流駆動装置を用いて核融合プラズマ中の電子加熱及び電流駆動の制御を行なう。原子力機構は電子サイクロトロン加熱・電流駆動のための高パワー電磁波源である高周波加熱装置(以下「ジャイロトロン」という。)及び周辺機器の調達を担当する。平成２５年９月にジャイロトロンの調達取決め（以下「PA」という。）を締結し、同装置の調達に着手している。

ジャイロトロンは電子ビームの磁場の相互作用用の一種であるサイクロトロン共鳴メーザー効果(CRM)を用いた大電力マイクロ波電子管であり、ミリ波帯高周波の大電力発振を得意としている。ITERでは、周波数170GHz、発振パワー1MW出力のジャイロトロンを電子サイクロトロン加熱・電流駆動システムにおける高周波発生装置として使用する計画となっている。

本件では、PAに基づいてITER用ジャイロトロンをITERへの調達機器として製作するものである。

1.3　契約範囲

1.3.1　契約範囲内

(1) ジャイロトロンの製作。詳細は以下の通りとする。

1) ITER用170GHzジャイロトロン　　２式

(2) ジャイロトロンの動作等に必要な機器の納入。詳細は以下のとおりとする。

1) 付属品（第２章３項に記載の通り）　　２式

(3) 試験検査の実施

1) 特殊工程確認試験（第２章４項１号の記載の通り）

2) 工場試験（第２章４項２号の記載の通り）

3) 受入試験（第２章４項３号の記載の通り）

(4) 物品の製作、組立、及び試験検査に係る書類の作成

1) 提出図書一式（第１章８項の記載の通り）　　1式

1.3.2　契約範囲外

第１章３項１号記載の契約範囲内に記載なきもの

1.4　納期

(1) ITER用170GHzジャイロトロン、付属品（ボディジャケット・サポートフランジ・輸送治具等)、試験検査の実施　１式・・・平成２８年１２月２８日

(2) ITER用170GHzジャイロトロン、付属品（ボディジャケット・サポートフランジ・輸送治具等)、試験検査の実施　１式・・・平成２９年２月２８日

1.5　納入場所及び納入条件

(1)納入場所

（製作機器等）

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

那珂核融合研究所　JT-60付属実験棟

（提出図書）

（紙媒体）原子力機構 那珂核融合研究所　RF加熱開発グループ担当者

（電子媒体）原子力機構 那珂核融合研究所　JADA 文書管理センター

(2)納入条件

持込渡し

1.6　検収条件

第１章５項に示す納入場所に納入後、員数検査、及び第２章に定める試験検査、ならびに提出図書の合格をもって検収とする。

1.7　かし担保責任

(1) 検収後 1 年以内に、製作上のかしが発見された場合、無償にて速やかに改修、補修もしくは交換を行うものとする。
(2) 補修または新品との交換を行った場合の補償期間は、補修または新品との交換を行った時点から再起算するものとする。
(3) 製作品に不具合が発生しそれが受注者の責任でない場合も、問題解決のための協議へは積極的に参加し、情報の照会には可能な限り対応すること。
(4) その他の問題、疑義が生じた場合は原子力機構と別途協議を行うこととする。

1.8　提出図書

受注者は、表 1.8-1 に記す図書を原子力機構に提出すること。提出図書は A4/A3 サイズであること。図面、スケッチ、購入仕様書、設計計算書等の技術文書は原子力機構が確認した場合でも、受注者は適切な契約履行の責任を負うものとする。

(1) 提出図書は、電子ファイル及びハードコピーを提出すること。図書の電子化については、放射線透過試験用フィルム等のように電子化することにより情報が失われる恐れのあるもの、並びに原子力機構の了解を得たものは不要とする。

(2) 提出図書のうち、日本語版のほか英語版も要する図書は、和英併記でも可とする。日本語版、英語版それぞれ作成した場合は英語版を正とする。

(3) 英語への翻訳における誤訳は、受注者の責任とする。

(4) 原子力機構の確認不要の図書についても、原子力機構より修正の指示があれば速やかに対応すること。

表 1.8-1　提出図書の一覧

図書名	提出期限	電子ファイル		電子ファイル形式	ハードコピー提出部数		原子力機構の確認
		和文	英文		和文	英文	
品質計画書（QP）※1	契約後 3 週間以内	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	1 部	要
トレーサビリティ実施要領書※2	契約後 3 週間以内	1 部	なし	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	なし	要
製作工程表	契約後 4 週間以内	1 部	なし	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	なし	要
製作試験計画書（MIP）※1	製作着手前	なし	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	なし	1 部	要
溶接工程試験計画書	溶接工程試験着手前	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	1 部	要
溶接工程試験成績書	溶接工程着手前	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	1 部	要
確認図	製作着手前	1 部	1 部	CATIA V5 または PDF	1 部	1 部	要
ミルシート※3	製作着手前	1 部		PDF	1 部		要
組立て作業要領書	組立作業着手 1 ヶ月前	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	1 部	要
試験検査要領書	試験検査開始前	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	1 部	要
立会い申請書	立会い日	1 部	なし	MS-Office 2003	1 部	なし	不要

	の 10 暦日以上前			以降または PDF			
逸脱許可申請書（DR）※1	許可を要求する必要が生じた時、直ちに。	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	1 部	要
不適合報告書(NCR)※1	報告すべき事項が生じた時、5 暦日以内に。	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	1 部	要
リリースノート※1	納入時	なし	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	なし	1 部	要
試験検査成績書	試験検査終了後速やかに	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	2 部	2 部	要
設計計算書	納入時	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	3 部	3 部	不要
完成図	納入時	1 部	1 部	CATIA V5	3 部	3 部	不要
取扱説明書	納入時	1 部	1 部	MS-Office 2003 以降または PDF	3 部	3 部	不要
進捗報告書	毎月末	1 部	なし	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	なし	不要
打合せ議事録	打合せ後 1 週間以内に	1 部	なし	MS-Office 2003 以降または PDF	1 部	なし	要
委任又は下請負届※4	作業開始 2 週間前まで	なし	なし	機構指定様式	1 式	なし	要

※1：原子力機構が指定するフォーマットに記入すること。
※2：品質計画書（QP）に含めてもよい。
※3：写しでも可とする。和文、英文は問わない。
※4：下請負等が発生する場合、機構指定様式で提出すること。提出後、2 週間以内に機構から変更請求をしない場合は、自動的に受理したものと見なす。

（提出場所）

電子ファイル版の提出

原子力機構那珂核融合研究所　JADA 文書管理センター

e-mail：iter-dmc@ml.jaea.go.jp

ハードコピーの提出

原子力機構那珂核融合研究所　JT-60 付属実験棟

（確認方法）

「確認」は次の方法で行う。

原子力機構は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。この確認は、確認が必要な書類 1 部をもって行うものとし、受注者は、原子力機構の確認後、残りの書類のコピーを原子力機構へ送付するものとする。

（電子ファイルによる提出に関する留意点）

電子データを、CD-R や DVD 等のメディアに記録して提出する場合は、メディアのラベルを付し、黒色インクで以下の情報を記入すること。

a）契約番号と契約名を含んでいる機器

b）記録されているデータの名前、タイプ、サイズ

c）記録日

d）会社名とデータ保管者名

e）ウイルスチェック責任者の署名

提出する図書の電子ファイルは、下記の要求事項に従いウイルスチェックを実施すること。

a）ウイルスチェック済みの新規メディアのみ使用すること。

b）使用するウイルスチェック用ソフトウエアの種類、更新の頻度または更新日について原子力機構と合意すること。

c）原子力機構から支給または貸与された全ての設計・製造データは、ITER 機構の財産であり、納入後 6 週間以内に原子力機構に返却すること。

受注者には、支給または貸与された全ての技術情報に対する守秘義務があり、データ流出の予防措置を講じる責任を負うものとする。

1.9　支給品

1）Ａ−Ｂ間セラミック　　　　　　　　２式

2）ＤＣブレークセラミック　　　　　２式

3）スリーブ付きダイヤモンド出力窓　　２式

1.10　貸与品

なし

1.11　品質保証

・ 本契約の品質保証に係る要求事項は、別紙-1「イーター調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項」に定められたとおりとする。

・ 受注者は製作機器の内、受注者が使用する下請け業者についても品質保証活動を保証すること。下請け業者がこれを満たさなかった場合、受注者は下請け業者の施設等において品質を確立/維持するために必要な全ての活動の責任を負うものとする。

・ITER用に製作する機器の品質分類の等級に基づいて以下の要求事項がある。ただし、ITERジャイロトロンは品質クラス3であり、SR機器である。

表 1.11-1　品質分類の等級に基づく要求事項の一覧

<table>
<tr><th></th><th>クラス 1.</th><th colspan="2">クラス 2.</th><th colspan="2">クラス 3.</th></tr>
<tr><td>許容される原子力安全クラス</td><td>SIC-1/SIC-2/SR/NSR</td><td>SIC-2</td><td>SR/NSR</td><td>SR</td><td>NSR</td></tr>
<tr><td>設計</td><td colspan="2">設計レビューと独立検証を含む設計管理</td><td colspan="2">設計レビューと検証を含む設計管理</td><td>当事者間の他の合意が無い限り、設計レビューは不要</td></tr>
<tr><td>ソフトウエア</td><td colspan="2">ライフサイクル管理を含む設計、運転に使用するソフトウエアの許容</td><td colspan="2">使用するソフトウエアの同定と妥当性確認</td><td>他の合意が無い限り特に要求はない</td></tr>
<tr><td>納入される最低限の文書及び記録</td><td colspan="2">表 1.11-2 による</td><td colspan="2">表 1.11-2 による</td><td>表 1.11-2 による</td></tr>
<tr><td>実施者の監視</td><td colspan="2">品質及び監視を含む実施者の監査</td><td colspan="2">サイト内でのレビューに限定</td><td>当事者間の他の合意が無い限り、監視は不要</td></tr>
<tr><td>測定及び検査装置</td><td colspan="4">校正された測定及び検査装置(M&TE)の管理</td><td>妥当性確認のための構成されたM&TE の管理</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>溶接の最低限の非破壊検査(N.D.E.)[3,4.5]</td><td>100％目視、表面及び体積検査</td><td>100 ％目視及び表面検査、20 ％体積検査</td><td>100 ％目視，10 ％表面及び体積検査</td></tr>
<tr><td>特殊工程(溶接、ブレージング，N.D.E.）要員の能力及び訓練</td><td colspan="3">作業員の力量及び教育訓練の記録の作成・維持</td></tr>
<tr><td>QA 要求事項</td><td>特殊工程及び検査に関する図書の品質管理の代表者の承認</td><td>特殊工程及び検査に関する品質管理の代表者の確認</td><td>必要に応じた品質管理の代表者の確認</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">注記:
(1) クラス 4 のシステム及び機器は特段の QA 要求事項はない。
(2) ‘独立’ とは、基の設計者に含まれない個人、グループ、部署、部門を意味する。‘独立’はまた第三者機関を指してもよい。
(3) 製作に適用されるコードあるいは ITER 機構が承認した文書が契約の技術仕様に含まれない場合のみ、この要求が適用される。
(4) 体積検査が適用できない部分には、ITER 機構の同意の上で、製品サンプルを使用することができる。
(5) 溶接された恒久的な吊り上げ部材は、吊り上げの前後で 100％の N.D.E.検査を実施すること。</td></tr>
</table>

原子力安全クラスの定義

SIC-1 :ITER の安全な状態を維持するための設備、機器、システム

SIC-2 :インシデント及びアクシデントを防止し、検出し、緩和するための機器で SIC-1 に含まれないもの

SR ： 安全に関係があるが、その機器の故障がいかなる安全機能にも影響を及ぼさないもの

Non-SIC ： その他

表 1.11-2　品質分類に基づく提出書類

項　目	クラス分類		
	クラス 1 クラス 2+SIC 2	クラス 2+SR/NSR クラス 3+SR	クラス 3+NSR
提出する最低限の文書及び記録	① 品質計画書 ② 製造及び検査計画書 ③ 要領書類 ④ 計算ノート（設計が含まれる場合） ⑤ 作業手順 ⑥ 特殊工程の品質（該当する場合） ⑦ 作業員の技量 ⑧ 製作図 ⑨ リリースノート ⑩ 適合性の認定 ⑪ 材料認定及び検査の文書：EN10204 Type 3.1(またはそれと同等)に基づく機器及び設備の追跡可能な文書（＝検査成績書）[注]	① 品質計画書 ② 製造及び検査計画書 ③ リリースノート ④ 製作図 ⑤ 材料認定及び検査の文書：EN10204 Type 3.1(またはそれと同等)に基づく機器及び設備の追跡可能な文書（＝検査成績書）[注]	① EN10204 Type 2.1(またはそれと同等)に基づく適合性の認定(＝検査成績書）[注]

注記：検査成績書に要求される内容

－ EN10204 Type 3.1

- 供給する製品が要求事項を満足していることを宣言する製造者によって作成された検査結果を含む文書
- 文書は、製造部門から独立した製造者のオーソライズされた検査員により検証される。

－ EN10204 Type 2.1

- 供給する製品が要求事項を満足していることを製造者が宣言する検査結果を含まない文書

1.12　打合せ、ホールドポイント、立会い、監査

1.12.1　打合せ

(1)　受注者は、原子力機構と常に緊密な連絡を保ち、毎月1回程度の打合せを行うこと。本仕様書の解釈並びに機器の設計・製作に万全を期すものとする。打合せの形態は、テレビ会議、電話会議も含めるものとする。

(2)　受注者は、必要に応じて、機器製作者及び作業実施者（下請け等本仕様の一部分等を再発注した場合の契約相手先）の技術者を打合せに出席させることができるものとす

る。

(3)　これらの打合せには、ITER機構の代表者又はITER機構から委託された第三者機関の要員が参加することができるものとする。

(4)　受注者は、打合せ実施後、議事録を作成し、1週間以内に原子力機構に提出すること。原子力機構は、議事録の原稿を受領後2週間以内にコメントや追記要求を受注者に通知する。通知がない場合、議事録は同意されたものとする。受注者及び原子力機構双方の責任者の署名又は押印をした最終版を保管すること。

(5)　受注者は、原子力機構からの質問事項に対して速やかに回答すること。回答は文書によることを原則とし、急を要する場合については、あらかじめ口頭で了承を得て、後日（7日以内を原則とする）正式に提出し、承認を得ること。

(6)　回答文書の提出がない場合には、原子力機構の解釈を優先する。

1.12.2　ホールドポイント、承認ポイント及び通知ポイント

製品の品質管理の一環として、以下のホールドポイント、承認ポイント及び通知ポイントを設ける。本件の該当事項は技術仕様（第２章５項）を参照すること。

(1)　ホールドポイント（Hold Point, HP）

HPでは、受注者は作業を停止し、次のステップに進む前に発注者にHPの解除を求めなければならない。原子力機構は、HP解除申請書の中で特定されたHPに関して、受注者から適切な文書をすべて受領した日から14 暦日以内に、受注者に対し、HPの解除の是非を判断するものとする。

(2)　承認ポイント（Authorization-To-Proceed Point, ATPP）

ATPP では、受注者は作業を停止し、次のステップに進む前に発注者にATPP の解除を求めなければならない。原子力機構は、ATPP 解除申請書の中で特定されたATPP に関して、受注者から適切な文書をすべて受領した日から7 暦日以内に、受注者に対し、ATPP の解除の是非を判断するものとする。

(3)　通知ポイント（Notification Point, NP）

受注者は、当該作業実施のためのNPの14 暦日以上前に、原子力機構にそのポイントを通知するものとする。受注者は、事前にNPを原子力機構に通知することで、その後の作業を進めることができる。

1.12.3　立会い

(1)　受注者は、契約で規定された業務を実施するすべての場所をあらかじめ通知するものとする。

(2) 受注者は、立会いの 10 暦日以上前に、立会い申請書を提出するものとする。
(3) 原子力機構は、必要に応じて作業に立ち会うことができるものとする。
(4) 立会いには、必要に応じてITER機構の代表者又はITER機構から委託された第三者機関の要員が参加することができるものとする。
(5) 原子力機構は、ITER機構の代表者又はITER機構から委託された第三者機関の要員が参加する場合は、その参加者を事前に受注者に通知するものとする。

1.12.4 監査

(1) 原子力機構は、本契約締結後1年以内に受注者の品質保証に係る監査を行う。
(2) 前回の監査から14ヶ月以内に再度監査を実施する。
(3) 但し、受注者がISO9001-2008の認証を有し、当該業務の範囲について受注者による内部監査あるいは第3者による監査を実施している場合は、その監査結果について原子力機構に報告することで(2)項の監査に代えることができる。
(4) (3)項が適用できる場合でも、前回監査から3年以内に再度監査を実施する。
(5) 本契約の内、品質に係る重要業務をアウトソースする場合は、必要に応じて当該業務のアウトソース先の業務の実施状況の確認も本監査に含むことができるものとする。
(6) 監査の時期及び実施する範囲は、監査を実施する少なくとも14日前に受注者に通知されるものとする。

1.13 機密保持

受注者は、本業務の実施にあたり、知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。このため、機密保持を確実に行える具体的な情報管理要領書を作成・提出し、これを厳格に遵守すること。

1.14 安全管理

・作業計画に際し綿密かつ無理のない工程を組み、材料、労働安全対策等の準備を行い、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図るものとする。また、作業遂行上既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講ずるとともに、火災その他の事故防止に努めるものとする。
・作業現場の安全衛生管理は、法令に従い受注者の責任において自主的に行うこと。
・受注者は、作業着手に先立ち原子力機構と安全について十分に打合せを行った後着手すること。
・受注者は、作業現場の見やすい位置に、作業責任者名及び連絡先等を表示すること。
・作業中は、常に整理整頓を心掛ける等、安全及び衛生面に十分留意すること。
・受注者は、本作業に使用する機器、装置の中で地震等により安全を損なう恐れのあるもの

については、転倒防止策等を施すこと。

1.15 特記事項

(1) 受注者は、原子力機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、原子力機構の規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。

(2) 受注者は、本件を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を原子力機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により原子力機構の承認を受けた場合はこの限りではない。

1.16 知的財産権及び作業内容・成果の取扱い

1.16.1　知的財産権の取扱い

本契約の知的財産権の取扱いについては、別紙－２「イーター実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項」に定められたとおりとする。

1.16.2　技術情報の開示制限

(1) 受注者は、本契約を実施することにより得た技術情報を第三者に対して開示しようとするときは、あらかじめ書面により原子力機構の承認を得なければならない。

(2) 原子力機構が本契約に関して、その目的を達成するため受注者の保有する技術情報を了知する必要が生じた場合は、両者協議の上、受注者は当該情報を原子力機構に無償で提供するものとする。

(3) 原子力機構は、前項により受注者より提供を受けた技術情報については、受注者の同意なく第三者に提供しないものとする。

1.16.3　成果の公開

受注者は、本契約に基づく業務の内容及び成果について、発表若しくは公開し、又は、特定の第三者に提供しようとするときは、あらかじめ書面により原子力機構の承認を得なければならない。

1.17　免税輸入

免税輸入の取り扱いについては、別紙－３「イーター調達に係る貨物の免税輸入について」に定められたとおりとする。

1.18　グリーン購入法の推進

(1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、ＯＡ機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。

(2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.19　協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議のうえ、その決定に従うものとする。

２．技術仕様

本仕様では支給する部品を用いて各部の組立てを行ない、さらに組み立てた部品を接合しジャイロトロン(別添図−１参照)として完成させること。また、全体のベーキング、真空封じ切り、各種試験も含む。なお、電子銃カソード、空胴、放射器に関しては受注者が製作すること。また、ミラーに関しては受注者が設計、製作すること。

2.1　各部仕様

2.1.1　電子銃部の製作及び組立て

電子銃は中空状の電子ビームをボディ部に位置する空胴に供給する役割をもつ。電子ビームの品質(速度分布のばらつきや電子軌道)はジャイロトロンの性能を大きく左右する。

(1) カソード電極の製作

カソードの外形寸法を別添図−２に示す。本カソードは温度制限領域で使用するものとし、定格 40A の中空電子ビームを放出する機能を有すること。また、詳細表面形状は契約後に原子力機構より提示する。

(1-1) 電子放出部

形状：円環型、直径 92㎜ 以上、幅 3.1㎜ 以上(詳細は契約後に指示)、別添図−２カソード概略図参照。

材質：メタルコート型酸化バリウム含浸エミッションベルトを採用すること。母材はポーラスタングステンとする。

(1-2) ノーズ部

形状：おわん型、底辺の直径約 90㎜、別添図−２カソード概略図参照

材質：モリブデン

精度：加工精度±0.02㎜

その他：電子放出部とは熱絶縁されている必要がありスカート部の支柱により固定される。

(1-3) スカート部

形状：円筒型+円盤型、直径約 90㎜、別添図−２カソード概略図参照

材質：モリブデン

精度：加工精度±0.02㎜

その他：電子放出部を加熱するヒーター部を内蔵するが、電子放出部及びヒーター自体からは熱絶縁されていなければならない。また、スカート部は円盤型のスカート底面を有し、ヒーター電流を引き込むための導入端子１つを有すること。スカート底面はカソード底面部とボルトにより接続する。

(1-4) カソード部底面

形状：円板型、直径約 150㎜、別添図−３カソード部底面概略断面図及びヒーター配線図参照

材質：無酸素銅

その他：底面には導入端子を通過させる穴を設けること。また、底面下部はジャイロトロンチップオフ部を接続するため、詳細な設計は契約後に提示される形状とすること。また、アノード-カソード間セラミックを溶接するための溶接つばを上部につけること。

(1-5) ヒーター部

電圧 25V、電流 10A にて電子放出部の温度が 800 度以上に到達するよう設計すること。端子の接続は一端がスカート部外壁を通して接触子 A より、一端が上記スカート底面部の導入端子を通して接触子 B より給電される(別添図−３カソード部底面概略断面図及びヒーター配線図参照)。

(2) アノード電極の製作

形状：円環型、直径約 140㎜、別添図−４アノード電極概略断面図参照。詳細は契約後に提示。

材質：無酸素胴

精度：加工精度±0.03㎜

その他：ボディ-アノード（B−A）間セラミック及びアノード-カソード（A−K）間セラミックを溶接するために、溶接つばを上下につけること。支給する B-A 間セラミックに対する溶接つばの形状の詳細は契約後に原子力機構より提示する。

(3) ボディ電極の製作

形状：円環型、直径約 140㎜、別添図−５ボディ電極概略断面図参照。詳細は契約後に提示。

材質：無酸素胴

精度：加工精度±0.03mm

その他：B−A間セラミックを溶接するために、原子力機構が指定する大きさの溶接つばを下部につけること。詳細は契約後に原子力機構より提示する。また、ジャイロトロンと接続するための溶接つばを上部につけること。

(4) A−K間セラミック

A−K間セラミックはカソード電極とアノード電極の絶縁を確保するものとする。

形状：円筒型、直径約 140㎜、長さ約 80㎜、厚み約 8㎜。詳細は契約後に提示。

材質：アルミナ

(5) Ｂ－Ａ間セラミック

Ｂ－Ａ間セラミックは支給するＢ－Ａ間セラミック（別添図－６）を使用すること。

形状：円筒型、直径約 140mm、長さ約 80mm、厚み約 8mm。詳細は契約後に提示。

材質：窒化珪素（京セラ製 SN287 相当）

(6) 電子銃組立て

製作したカソード、アノード電極、ボディ電極、A-K間セラミック及びB-A間セラミックを用いて別添図-７に示すように電子銃を組み立てる。

2.1.2 ボディ部の製作及び組立て

ボディ部は電子ビームを空胴に導くビームトンネル部、電子ビームを高周波に変換する空胴部、空胴にて発生した高周波を伝搬モードであるガウスビームに変換する放射器部、放射器より放射された高周波を出力窓まで導くミラー部の 4 つからなる。構成図を別添図-８に示す。

(1) ビームトンネル

電子ビームを空胴に導くビームトンネルを製作する。

形状：円筒形。RF 吸収用 SiC セラミック、セラミック冷却用円筒部品(無酸素銅)及び冷却ジャケットよりなる(別添図-９参照)。

内径：半径約 15-25mm。

長さ：約 200mm。

(2) 空胴部品

ジャイロトロン用空胴を製作する。

形状：円筒状（別添図-１０参考）

内形：半径約 20mm。ただし、直線部とテーパー部を持つ。別添図-１０を参照。詳細な構造は契約後に原子力機構より指示する。

外形：半径約 30mm。断面 A-A’付近の外側に冷却フィンを装備。詳細な構造は契約後に原子力機構より指示する。外周を冷却できる構造とすること。内面 A 点に $2kW/cm^2$ の定常熱負荷を印加した状態で内面温度が 250 度以下となる冷却構造を有すること。

長さ：約 130mm。

材質：グリッドコップ

(3) モード変換器

別途 CD-ROM または他の記録媒体にて支給する加工データにそって、モード変換器を製作する。

形状：円筒状(別添図−１２の試作品写真を参考にすること)

内形：半径約 20㎜。添付図−１１に示すようなテーパーかつ波状構造をもつ。波状構造の形状は CD-ROM にて原子力機構より数値データとして与えられる。

外形：半径約 35㎜。詳細な構造は契約後に原子力機構より指示する。

長さ：約 240㎜。

その他：出口はヘリカルカット構造。

材質：無酸素銅

表面粗さ：Ra1.6

(4) ミラー部

モード変換器より放射されたミリ波を伝送するミラー系(4 枚組、別添図−１３参照)を設計、製作する。なお、図中の 4 枚目のミラーはボディ部ではなく窓取り付け部にとりつける。”2.1.4 (3) 最終段ミラー”を参照。

設計：4 枚組の放物面ミラーの設計を行なう。各ミラーの配置は別添図−１３を参照すること

1. 別途 CD-ROM または他の記録媒体にてモード変換器のミリ波出力分布(別添図−１０の位置 A における振幅と位相の二次元分布)を支給する。
2. 支給された二次元分布を用いて放物面ミラー間のミリ波(170GHz)の伝搬及び放物面ミラーによる反射を計算し、指定される位置(出力位置、別添図−１３の B の位置)でのミリ波分布(出力分布)を求める。
3. 出力位置までに損失する電磁波が 5%以下、出力分布のガウス成分が 90%以上になるようにミラーの曲率、設置角度の最適化を行なう。

形状：曲率は参考値で実際には上記設計により得られる最適値を採用すること。厚さは約 10mm とし裏面の詳細な構造は契約後に原子力機構より指示する。

ミラー1：形状 160mm x 138mm

曲率半径：130mm x ∞

ミラー2：形状 160mm x 160mm

曲率半径：800mm x 500mm

ミラー3：形状 直径 160mm

曲率半径：∞ x ∞

ミラー4：形状 直径 150mm

曲率半径：600mm x 700mm

材質：無酸素銅

表面粗さ：Ra1.6

2.1.3 ＤＣブレーク部の組立て

ＤＣブレーク部は接地電位である窓取り付け部と、およそ+30kV の電圧が印加されるボディ部を絶縁する。

(1) 本体

ＤＣブレーク本体は支給するＤＣブレークセラミック(別添図−１４)を使用すること。

形状：円筒型、直径約 300mm、長さ約 115mm、厚み約 7mm。詳細は契約後に提示。

材質：窒化珪素（京セラ製 SN287 相当）

(2) 外装品

ＤＣブレークセラミックを覆うＭＣナイロン製のカバーを製作すること．さらに、その内側にテフロンチューブ冷却水管をらせん状に巻くことによりＤＣブレークを取り囲みＤＣブレークより放射される不要ＲＦを吸収すること。また、ＭＣナイロン製カバーの内側はテフロンチューブも含めてフロリナートにより満たし、外部より循環できるようにすること。

2.1.4 窓取り付け部の組立て

窓取り付け部は高周波を取り出す出力窓、不要高周波を吸収する副窓及び最終段ミラーから構成される。

(1) 筐体

副窓、最終段ミラー及び出力窓を取り付ける筐体を製作する。添付図−１４に概念図と寸法を示す。

(2) 副窓

以下の仕様のサファイアディスク（または窒化珪素ディスク）とアルミナとのダブルディスク構造をした窓として筐体部の副窓ポート(添付図−１５参照)にとりつけること。ダブルディスクの間にフロリナートを循環させる構造とすること。

サファイアディスクを副窓に使用する場合、以下の形状とする。(参考値)

1. 材質：単結晶サファイア（ディスクの垂直面が結晶軸のＣ軸であること）
2. 直径：138mm
3. 厚み：2.876±0.02mm

なお、ディスク材質は、契約締結後に指定するものとする。

(3) 最終段ミラー

外部より動かすことが可能なベローズ構造をもつミラーを筐体部に取り付ける。なお、ミラーは”2.1.2 (4)ミラー部”にて設計、製作した4枚目のミラーを用いる。別添図-１６に概略図を示す。

(4) 出力窓

原子力機構より支給されるスリーブ付きダイヤモンド出力窓を出力窓構造体にろう付けし、構造体を筐体部に取り付けること。

(5) イオンポンプ（真空ポンプ）

ジャイロトロン管内の真空を維持するための真空ポンプとしてイオンポンプを取り付けること。1基のジャイロトロンに取り付けるイオンポンプの種類と台数は以下の通りとする。

・20L型　１台

・8L型　 ２台

なお、イオンポンプの取り付けポートには、イオンポンプ本体へのRF入射を低減させるため、冷却構造付のメッシュを挿入するものとする。

(6) ビューイングポート

ジャイロトロン内部の発行を検出するためのビューイングポートを取り付けること。

2.1.5 コレクター部の製作

コレクター部はエネルギーを失った電子ビームを回収する役割をもつ。別添図-１７にコレクター部の概略を示す。コレクター部は本体部とその外側のジャケット部より構成され、本体部とジャケット部の間に冷却水を流す。なお、図中のコレクターコイルは仕様外とする。

(1) コレクター部本体

本体部には熱電対を取り付け温度分布が測定できるようにすること。詳細な構造は契約後に指示する。

形状：内径320mm、全長約1240mmの円柱形。外表面はフィン構造とする。深さ約12mm、溝幅約3mm、周方向に90以上のフィンをつけること。

材質：無酸素胴。フランジ及び溶接つばはステンレス。

(2) コレクタージャケットの製作

コレクタージャケットはコレクター部の外側を覆い、コレクター冷却水の流路壁を形成する。ジャケットには、冷却水の導入・排出ポートを有する。また、内部に鉛層を設けることで、ジャイロトロン運転時のX線の遮蔽をはかる。

2.1.6 ジャイロトロン組立て

製作した電子銃部、ボディ部、DCブレーク部、窓取付け部、コレクター部を組み立てる（別添図−１を参照）。なお、写真のボディ部はＭＣナイロンのボディジャケットで覆われている。また DC ブレーク外装品及びコレクター熱電対等ベーキングにて損傷が予想されるものはベーキング後にて取り付けること。

2.1.7 排気、高温熱処理を行なう(ベーキング)。

真空排気炉にてジャイロトロン全体を 400-450 度でベーキングを行ない、降温したうえでチップオフにて真空封止を行なう。到達真空度、詳細なベーキング温度は機構からの指示に従うこと。

2.1.8 外装品のとりつけ

ＤＣブレーク外装品やコレクター熱電対、コレクタージャケット等を装着する。

2.2 インターフェース仕様

2.2.1 出力窓

出力窓は準光学整合器(MOU)に接続され、メタルシールによる真空保持が可能な接続を可能とするフランジ構造を有するものとする。

なお、出力窓は MOU を介して伝送系と接続されるため、ITER Vacuum Handbook で指定される VSQC-3 相当の真空機器として定義される。したがって、出力窓部の伝送系側の構造は ITER Vacuum Handbook の規定に従った構造をとる必要がある。

2.2.2 副窓

副窓は、散乱 RF を吸収するための副窓用ダミーロードに接続される。したがって、ダミーロードの取り付けに必要なフランジ構造を有するものとする。

2.2.3 ビューイングポート

ビューイングポートは、散乱 RF を吸収するためのビューイングポート用ダミーロードに接続される。したがって、ダミーロードの取り付けに必要なフランジ構造を有するものとする。

2.2.4 イオンポンプ給電

ジャイロトロンには２種のイオンポンプ（20L 型１台、8L 型 2 台）が取り付けられるが、その給電ケーブルのインターフェースとして、以下に示すコネクターを使用するものとする。

・20L 型イオンポンプ　アジレント Fisher 型

・8L 型イオンポンプ　アジレント　King 型

なお、イオンポンプ本体のインターフェースが本項で指定しているものとは異なる場合、ケーブルによるインターフェース変換を行うことができるものとし、第２章３項の付属品として変換用ケーブルを納入するものとする。

2.2.5 冷却水インターフェース

ジャイロトロンの各部の冷却水系について表 2.2.5 に示す系統を設け、運転時のジャイロトロンにおいて必要な除熱を行うものとする。

表 2.2.5 ジャイロトロン冷却水系統一覧表

名称	運転圧力	検査時圧力	運転流量	備考
Collector	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 9.8x10^5 Pa	＜ 1500 LPM	
Cavity	＜ 9.8x10^5 Pa	＞ 9.8x10^5 Pa	<120 LPM	ボディ電位
Beam Tunnel	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 9.8x10^5 Pa	＜ 10 LPM	ボディ電位
Radiator	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 9.8x10^5 Pa	＜ 10 LPM	ボディ電位
Body Mirror	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 9.8x10^5 Pa	＜ 10 LPM	ボディ電位
Reflector	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 9.8x10^5 Pa	＜ 5 LPM	ボディ電位
DC break	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 9.8x10^5 Pa	＜ 10 LPM	ボディ電位
Out track	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 5.0x10^5 Pa	＜ 5 LPM	
Bellows	＜ 2.0x10^5 Pa	＞ 2.0x10^5 Pa	＜ 5 LPM	
Diamond Window	＜ 2.0x10^5 Pa	＞ 2.0x10^5 Pa	＜ 10 LPM	
MIG	＜ 5.0x10^5 Pa	＞ 5.0x10^5 Pa	＜ 1 LPM	ボディ電位

2.2.6 計測信号線

ジャイロトロンの各部について、熱電対による温度計測を行うものとする。計測対象ならびに信号総数は、契約締結後、原子力機構より提示するものとする。

2.3　付属品

以下の機器を付属品とし、各ジャイロトロン一式に対して一式ずつ製作することとする。

2.3.1 ボディジャケット

ボディジャケットはボディ部の外側を覆い、超伝導マグネットとの絶縁をはかる。

形状：円筒形、長さ約 1m、肉厚約 10㎜。詳細な形状は契約後に提示する。別添図−１８に参考写真を示す。

材質：ＭＣナイロン

精度：加工精度±1mm

その他：ジャイロトロンとサポートフランジの取り合い部を兼ねており、接続のためのタップを計 36 個指示に従って切ること。

2.3.2 サポートフランジ

ジャイロトロンを架台に固定するためのフランジ。ジャイロトロンに対してはボディジャケットを介して接続される。架台、ならびにボディジャケットに接続するためのボルト穴を有すること。形状の詳細は契約後に提示する。

2.3.3 ジャイロトロン輸送治具

ジャイロトロンの輸送時に、ジャイロトロンのボディ部ならびに電子銃部が変形することを防ぐため、以下に示す輸送治具を製作することとする。

・ジャイロトロンボディ部輸送用カバー
・ジャイロトロンボディ部輸送用カバー取り付け金具
・ジャイロトロン輸送用サポートフランジ
・ジャイロトロン DC ブレーク部補強ロッド
・ジャイロトロン輸送治具取り付けボルト・ナット
・ジャイロトロン輸送箱

形状の詳細は契約後に提示する。

2.3.4 イオンポンプ給電ケーブル（インターフェース変換を要する場合）

ケーブル類の選定にあたってフランスにおける規格 NFC 15-100 、ないしは IEC60445 に準拠したものを選定するものとする。

2.4　試験・検査

本装置に関する試験・検査は以下の各項目を実施すること。

2.4.1 溶接工程試験

第1章11項に記されている溶接における非破壊検査を代替する溶接工程試験を、実際の製作作業に先立って実施するものとする。試験内容は、契約締結後に協議のうえ決定する溶接工程試験要領書にもとづくものとする。試験要領書の中で、ジャイロトロン製作で用いられる溶接工程が適切に実施できることが確認できる判定基準を設定し、当該基準に基づいて合否の判定を行うものとする。

2.4.2 工場試験

(1)耐水圧検査

①項目 耐水圧検査

②方法 以下の水圧を10分間印加保持

コレクター冷却系統　　　　　　　: $9.8x10^5$Pa以上

ボディ部各冷却系統　　　　　　　: $9.8x10^5$Pa以上

外周(Out Track)冷却系統　　　　: $5.0x10^5$Pa以上

出力窓(Diamond Window)冷却系統 : $2.0x10^5$Pa以上

最終段ミラーベローズ()冷却系統 : $2.0x10^5$Pa以上

③判定基準 目視で漏れの有無を確認

④実施場所 工場

(2) 真空試験

①項目 真空試験

②判定基準 ヒーター非点火時において8リッター/秒のイオンポンプ電流が0.1μA以下

③実施場所 工場

(3) ヒーター通電試験

①項目 通電試験

②判定基準　 ヒーターに40V以上通電し、所定の電流が得られること

③実施場所 工場

(4)　カソードエミッション試験

①項目 エミッション特性試験

②判定基準 カソード―アノード間に300Vまでの電圧を掛け、所定の電圧―電流特性を得ること。

③実施場所 工場

(5) 耐電圧試験

①項目 耐電圧試験

②方法 以下の電圧を10分間保持

アノード/カソード間：60kV以上

アノード/ボディ間：110kV以上

ボディ/コレクター間：50kV以上

③判定基準 絶縁破壊がないこと

④実施場所 工場

(6) 寸法検査

ボディジャケットは寸法検査を行なうこと

2.4.3 受入試験

納入時に、原子力機構にて以下の受入検査を実施すること。

(a) 外観検査

ゆがみ、破損及び性能を害する傷等の無いこと（目視確認)。

(b) 寸法検査

確認図に記載の寸法を測定する。

2.5 打ち合わせ議事録

受注者は、契約後の作業を円滑に進めるため、適宜原子力機構と打合せを行うこと。打合せ議事録の原案は、受注者が作成し打合せ後1 週間以内に提出すること。原子力機構は、議事録の原案を受領後1 週間以内にコメントや追記要求を受注者に通知する。通知がない場合、議事録は同意されたものとする。受注者及び原子力機構双方の責任者の署名又は押印をした最終版を保管すること。

2.6 進捗報告

受注者は、契約の全期間に渡り、毎月末に進捗報告書（書式自由）を作成し、原子力機構に提出すること。記載内容は、当該1 ヶ月の材料や機器の発注、物品の製作に関する進捗とする。また、翌月に予定される代表的な作業項目も記載すること。

2.7 調達作業の遂行と作業許可及び通知

本仕様書第１章１２項２号に記載のHP、ATTP 及びNP について、本件では表2.7-1 の通り定めるものとする。

表 2.7-1 本件で適用されるHP、ATTP、NP

調達作業	種別	受注者が行う通知作業と次工程への移行条件
品質計画書（QP）	HP	指定されたフォーマットで図書を提出すること。次工程の移行には原子力機構の許可を要する。
製作試験計画書（MIP）の提出	HP	指定されたフォーマットで図書を提出すること。次工程の移行には原子力機構の許可を要する。
溶接工程試験成績書の提出	HP	指定されたフォーマットで図書を提出すること。次工程の移行には原子力機構の許可を要する。
設計計算書、確認図の提出	HP	指定されたフォーマットで図書、並びに確認図を提出すること。次工程の移行には原子力機構の許可を要する。
製作工程上の主要な項目 (MIP提出後、該当項目を決定するものとする)	HP または NP	
工場試験の完了	HP	試験報告書を原子力機構に提出すること。次工程の移行には原子力機構の許可を要する。

2.8 設計変更要求

受注者が要求事項の変更を提案する時は、設計変更提案書を作成し原子力機構の確認を得ること。

2.9 不適合事項の報告

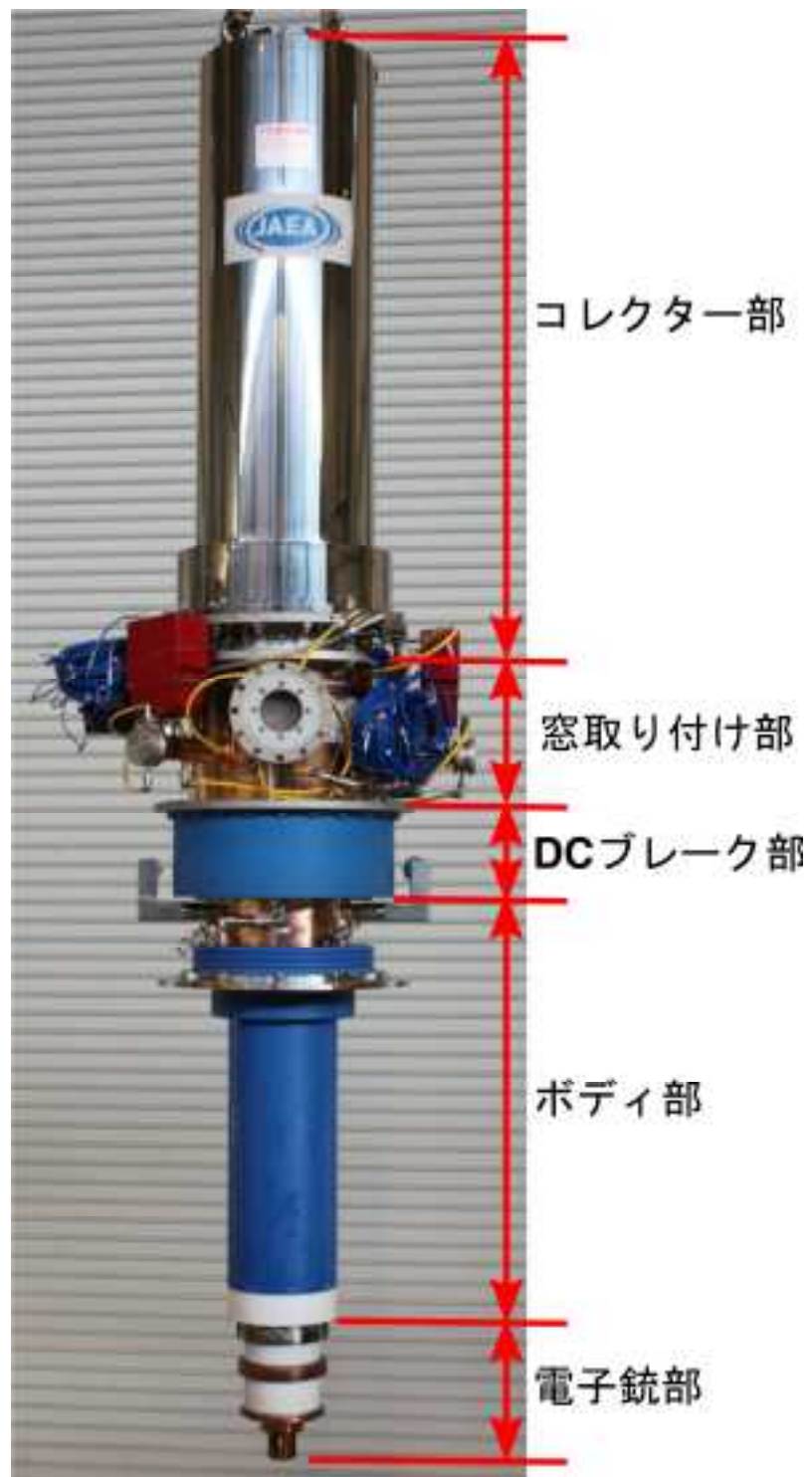
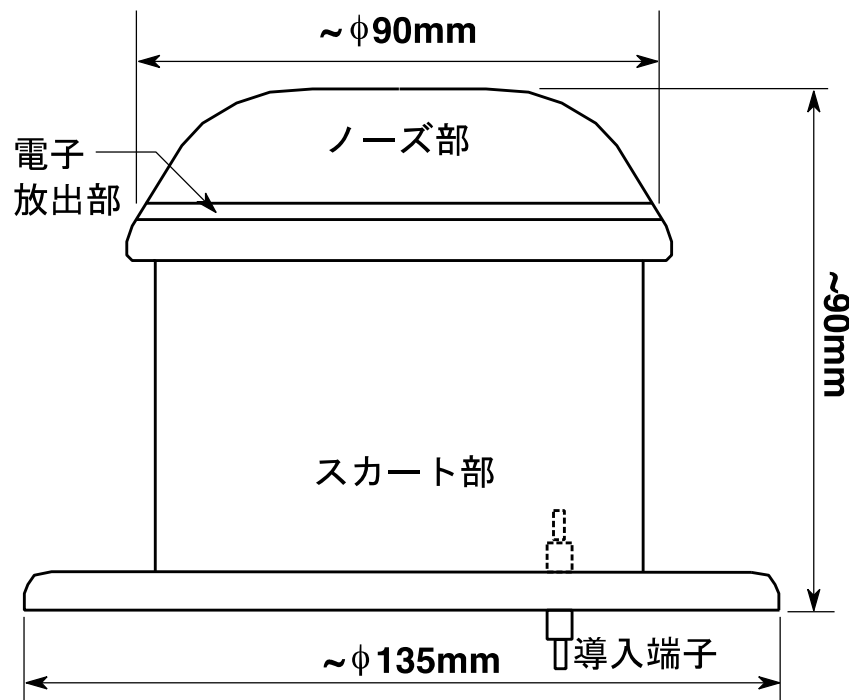
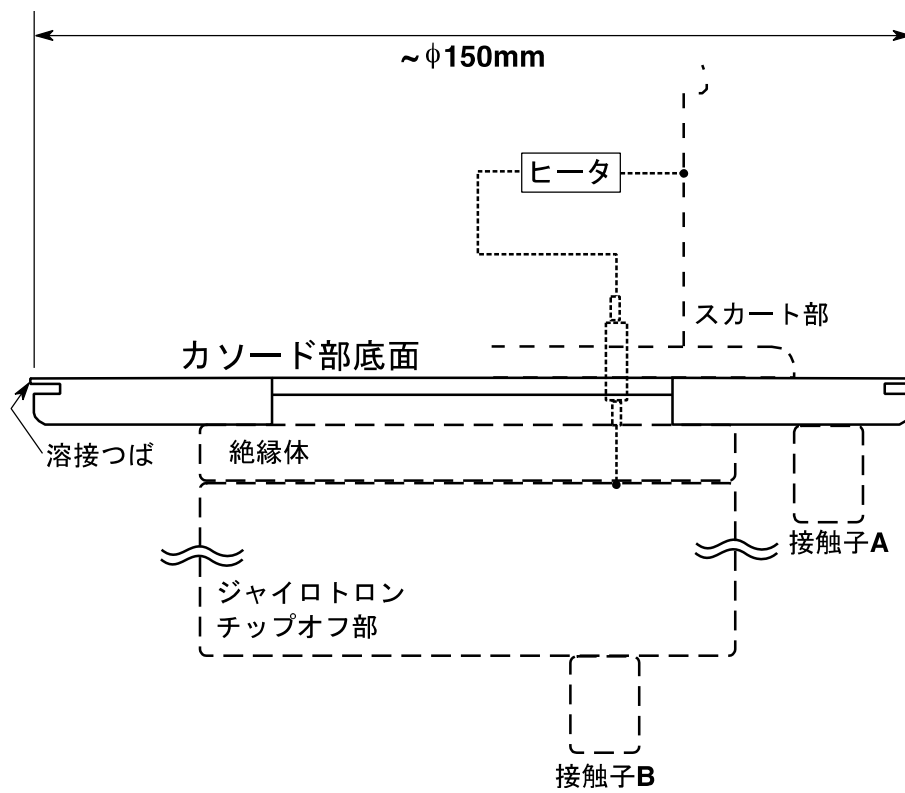
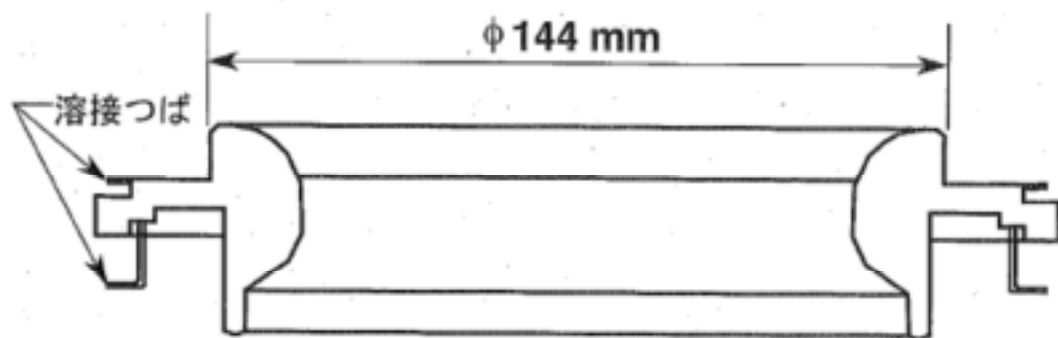
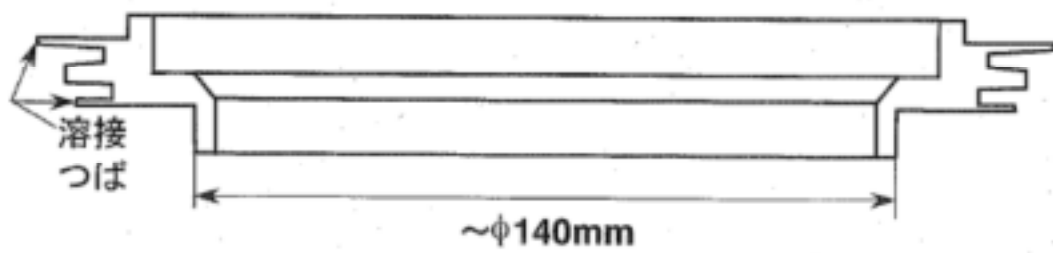
技術要求事項に適合していない箇所が生じた場合は、不適合報告書を作成し原子力機構に提出すること。

2.10 添付書類

別添図−１ ジャイロトロン外観写真(例)
別添図−２ カソード概略図
別添図−３ カソード部底面概略断面図及びヒーター配線図
別添図−４ アノード電極概略断面図
別添図−５ ボディ電極概略断面図
別添図−６ Ｂ－Ａ間セラミック参考図
別添図−７ 電子銃組み立て図
別添図−８ ボディ部構成図(断面図)
別添図−９ ビームトンネル参考図
別添図−１０ 空胴共振器参考図

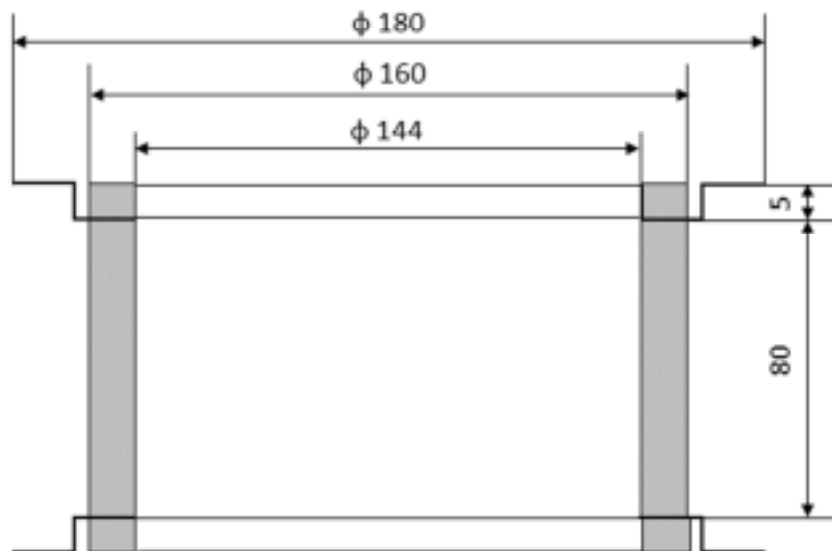
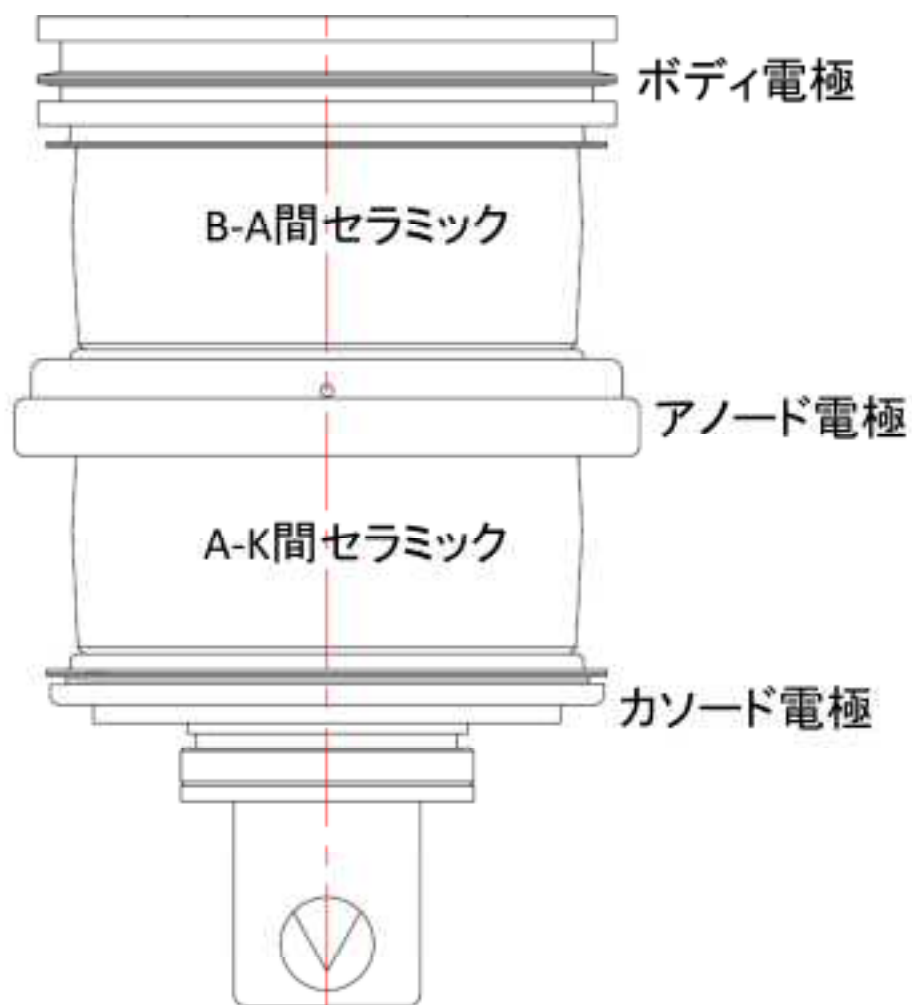
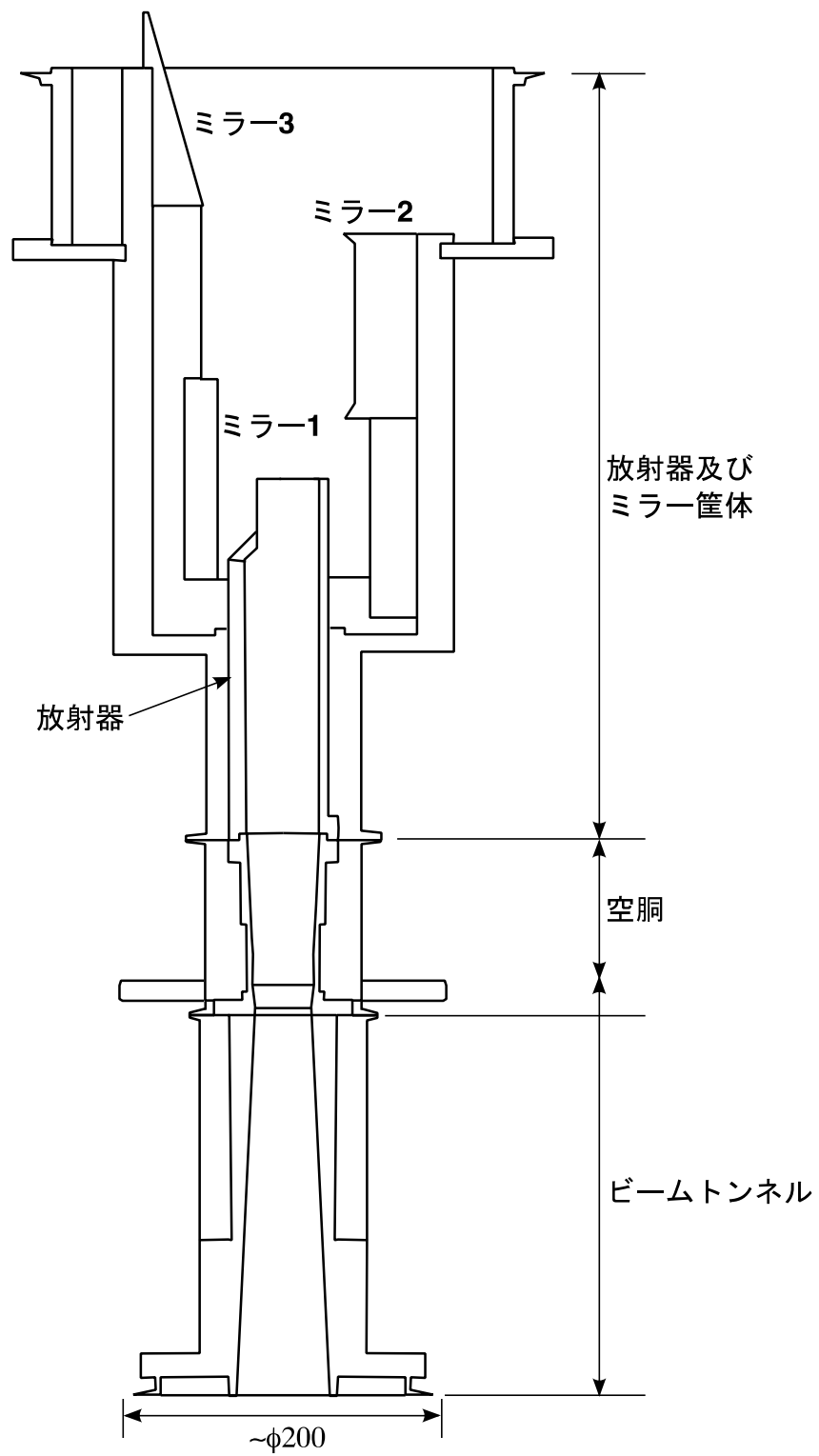
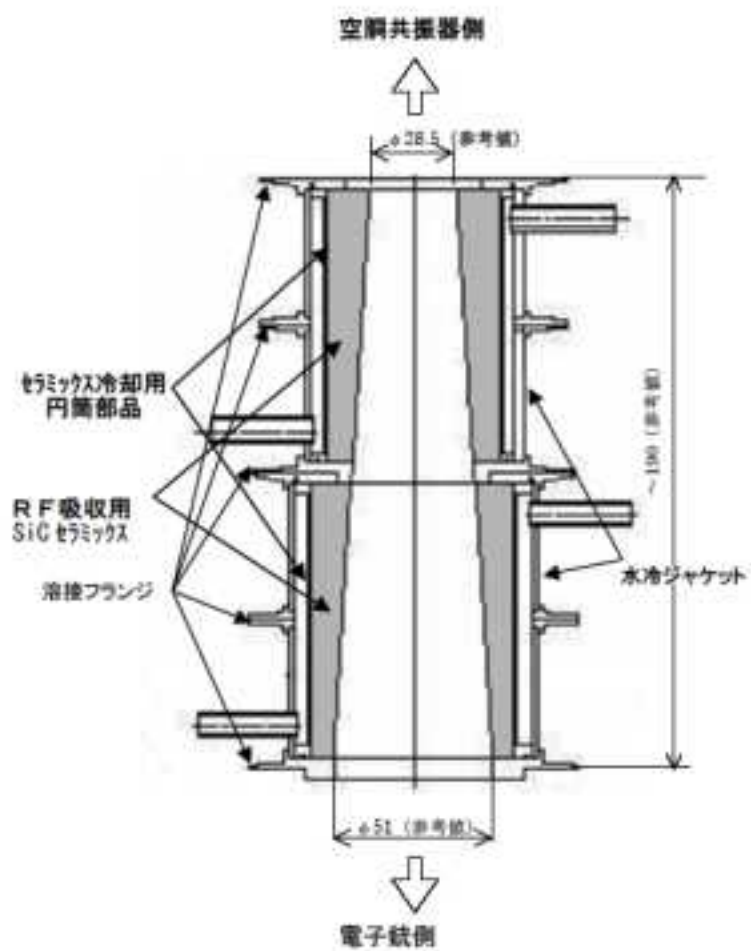
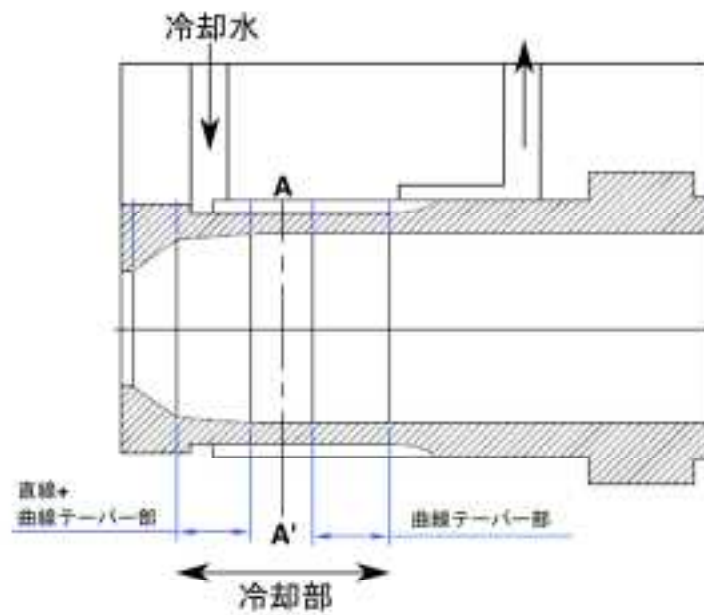
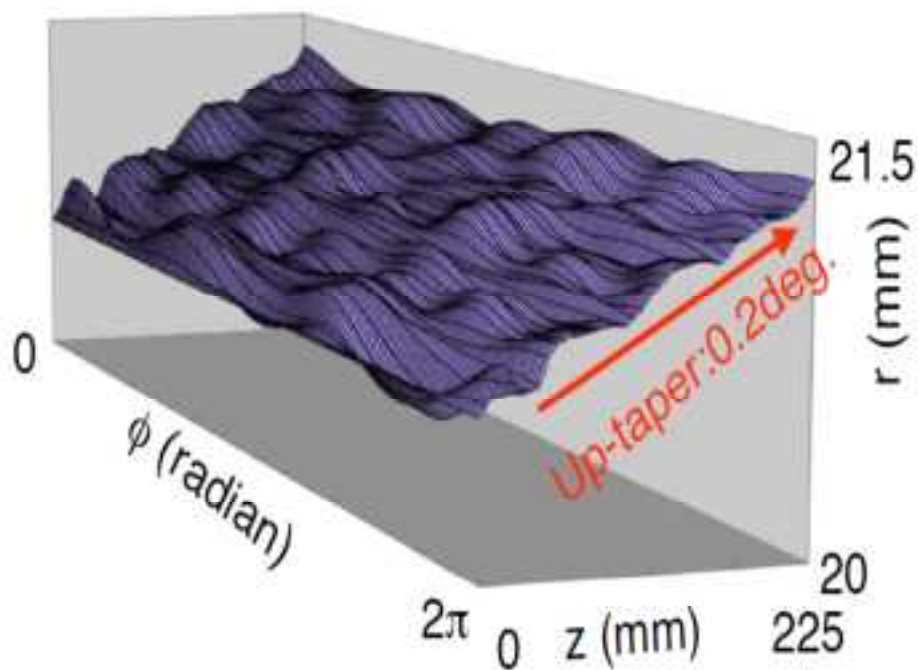
別添図−１１　モード変換器内面形状参考展開図
別添図−１２　モード変換器参考写真
別添図−１３　４枚ミラー配置参考図
別添図−１４　ＤＣブレークセラミック参考図
別添図−１５　窓取り付け部参考図
別添図−１６　最終段ミラー参考図
別添図−１７　コレクター部参考図
別添図−１８　ボディジャケット参考写真

別紙－１　　イーター調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項
別紙－２　　イーター実施協定の調達に係る情報及び知的財産に関する特約条項
別紙－３　　イーター調達に係る貨物の免税輸入について

以上

別添図−１　ジャイロトロン外観写真(例)

別添図−２　カソード概略図

別添図−３　カソード部底面概略断面図及びヒーター配線図

別添図−４　アノード電極概略断面図

別添図−５　ボディ電極概略断面図

別添図－６　Ｂ－Ａ間セラミック参考図

別添図−７　電子銃組み立て図

別添図−８　ボディ部構成図(断面図)

別添図−９　ビームトンネル参考図

別添図−１０　空胴共振器参考図。内半径は約 20㎜

別添図−１１　モード変換器内面形状参考展開図。軸の定義は別添図−１２を参照

別添図－１２　モード変換器参考写真

別添図-１３　４枚ミラー配置参考図

別添図−１４　ＤＣブレークセラミック参考図

別添図-１５　窓取り付け部参考図

別添図-１６ 最終段ミラー参考図

別添図-１７　コレクター部参考図

別添図−１８　ボディジャケット参考写真